

APLIKASI MAGNET PERMANEN PADA MOTOR DC UNTUK PENGGERAK ALAT PENGADUK LARUTAN

Gunawan, Achmad Hindasyah, Eko Yudho Pramono dan Agus Sunardi

Puslitbang Iptek Bahan P3IB-BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15310

ABSTRAK

APLIKASI MAGNET PERMANEN PADA MOTOR DC UNTUK PENGGERAK ALAT PENGADUK LARUTAN. Sepasang magnet permanen telah dibuat di P3IB dan digunakan sebagai komponen medan stator pada sebuah motor dc. Motor ini kemudian dipakai sebagai komponen penggerak pada pembuatan alat pengaduk larutan (*magnetic stirrer*). Selain motor penggerak, alat ini terdiri dari kotak dudukan motor, dudukan gelas dengan sistem pemanasnya dan gelas wadah larutan yang dilengkapi dengan kapsul magnet yang berfungsi sebagai batang pengaduk. Untuk mengetahui karakteristik motor, tegangan operasi optimum alat dan karakteristik sistem pemanasnya telah dilakukan pengukuran putaran motor pada tegangan masukan yang bervariasi serta pengukuran suhu pada dudukan gelas maupun pada larutan untuk suhu yang bervariasi. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa putaran motor meningkat secara linier dengan meningkatnya tegangan masukan motor dan perangkat ini memiliki tegangan operasi optimum sekitar 1,5 Volt yang menghasilkan putaran motor sekitar 1000 rpm. Sistem pemanas yang digunakan pada alat ini memiliki waktu respon yang lambat dan fluktuasi suhunya masih relatif tinggi.

Kata kunci : Magnet permanen, motor DC

ABSTRACT

THE APPLICATION OF PERMANENT MAGNET ON A DC MOTOR AS A DRIVER FOR A MAGNETIC STIRRER. A pair of pole magnet was made in the P3IB and used as a stator field on a dc-motor. This motor is then applied as a driver for making a magnetic stirrer instrument. Beside motor driver, this instrument comprise of a motor support box, a glass support equipped with a heater, as well as a backer glass contained liquid and a magnetic capsule as a stirrer. To observe the characteristic of motor and the optimum input voltage as well as the characteristic of its heating system, the instrument was tested by measuring rotational speed of the motor at various input voltage and also measuring temperature on the glass support as well as on the liquid at various temperature setting. Based on the functional test results it was observed that the rotational speed of motor is linearly increased by increasing the input voltage and the magnetic stirrer has optimum input voltage of 1,5 Volt which produce rotational speed of about 1000 rpm. The heating system used on this instrument has low time response and relatively high temperature fluctuation.

Key words : Permanent magnet, DC motor

PENDAHULUAN

Magnet permanen memiliki aplikasi yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari. Pada awalnya, magnet permanen dipakai pada jarum kompas. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang bahan magnet dan instrumentasi, sekarang magnet permanen telah diaplikasikan dalam berbagai jenis peralatan seperti pada peralatan rumah tangga, peralatan audio, pesawat telepon, mainan anak-anak, dan pada motor motor dc berdaya kecil [1].

Motor dengan magnet permanen memiliki keunggulan. Motor jenis ini tidak lagi memerlukan suplai listrik untuk pembangkit medan statornya dan fluks medan magnetnya relatif konstan. Selain itu, ukuran motor juga dapat dibuat lebih kecil dan bobotnya lebih ringan [2,3]. Karena menggunakan sumber listrik dc, motor jenis ini

juga cocok untuk dipakai pada peralatan-peralatan yang portabel.

Komponen-komponen magnet yang dipakai pada motor-motor dc di pasaran saat ini masih diimpor. Dengan berhasilnya para peneliti P3IB membuat magnet permanen berbasis NdFeB, telah membuka peluang untuk mengembangkan instrumen-instrumen baik untuk keperluan rumah tangga, laboratorium, maupun industri. Dalam upaya memperluas pemanfaatan hasil penelitian magnet P3IB untuk keperluan praktis, pada tahun 2001 telah dilakukan kegiatan aplikasi magnet permanen buatan P3IB pada sebuah motor dc sebagai komponen penggerak instrumen pendukung litbang yang dikenal dengan *magnetic stirrer*. Sepasang kutub magnet yang dibuat di P3IB dipasang sebagai medan stator pada sebuah

motor dc, kemudian motor tersebut digunakan sebagai komponen penggerak pada pembuatan alat *magnetic stirrer* yang juga dilengkapi dengan sistem pemanas. Untuk mengetahui karakteristik motor dan tegangan masukan atau putaran optimumnya telah dilakukan pengukuran kecepatan putar motor pada tegangan masukan yang bervariasi dan pengamatan putaran kapsul magnet di dalam larutan garam dengan kadar garam yang berbeda-beda. Sedangkan untuk mengetahui suhu maksimum yang dapat dicapai oleh alat, juga telah dilakukan pengukuran suhu pada dudukan gelas dan pada larutan untuk harga *setting* suhu yang bervariasi.

Motor listrik arus searah merupakan mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik [4]. Secara fisik, motor jenis ini dibangun dari kumparan jangkar (rotor) yang diletakkan di dalam medan magnet (stator). Pada poros jangkar dipasang komutator yang dihubungkan dengan sikat dari grafit sebagai media untuk menyalurkan arus listrik dari sumber listrik luar ke sistem kumparan jangkar. Energi listrik dari luar tersebut oleh motor akan diubah menjadi gerak mekanik dalam bentuk putaran poros motor. Gerakan poros motor ini selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai jenis aplikasi.

Kecepatan putaran motor akan berubah dengan berubahnya besaran motor. Kecepatan putar motor (n) akan naik jika tegangan masukan motor meningkat seperti dinyatakan dengan persamaan, [5],

$$n = \frac{V - (I \times R)}{C \phi} \text{ [rpm] } \dots\dots\dots(1)$$

dengan V = Tegangan masukan motor (Volt)
 I = Arus jangkar (A)
 R = Tahanan jangkar (Ohm)
 ϕ = Fluks medan magnet (Wb)
 C = Konstanta

Hubungan antara tegangan masukan motor dengan arus jangkar dapat dinyatakan dengan persamaan [5],

$$V = E + (I \times R) \dots\dots\dots(2)$$

dengan V = Tegangan masukan motor (Volt)
 E = Gaya gerak listrik lawan (Volt)
 I = Arus jangkar (A)
 R = Tahanan jangkar (Ohm)

TATA KERJA

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang diperlukan pada eksperimen ini antara lain: bahan magnet untuk komponen medan stator motor dc, teflon untuk dudukan batangan

magnet, pelat aluminium untuk dudukan motor dan dudukan gelas, gelas wadah larutan garam dan kapsul magnet sebagai batang pengaduk, serta elemen pemanas dan komponen elektronik untuk pembuatan pengatur kecepatan dan suhu. Sedangkan peralatan yang diperlukan diantaranya adalah sumber tegangan listrik dc, multimeter, gauss-meter dan tachometer.

Metoda Eksperimen

Eksperimen diawali dengan pembuatan sepasang kutub magnet permanen sebagai medan stator pada sebuah motor dc dan pembuatan magnet batangan yang dipasang pada ujung as motor sebagai media pemutar kapsul magnet yang ada di dalam gelas berisi larutan. Tahap berikutnya adalah pembuatan kotak dudukan motor dan dudukan gelas wadah larutan. Dudukan motor dibuat sedemikian rupa sehingga motor penggerak tersebut dapat dipasang dengan posisi vertikal, sedangkan piringan dudukan gelas dipasang di atas magnet batangan dan dibawah piringan ini dipasang elemen pemanas berbentuk pelat. Selanjutnya, untuk mengatur kecepatan putar motor dan suhu pemanas telah dibuat pengatur kecepatan dan pengatur suhu yang dipasang pada sisi depan dari kotak dudukan. Setelah masing-masing komponen selesai dibuat, tahap berikutnya adalah melakukan perakitan dan tahap terakhir adalah pengujian alat.

Karakteristik motor diamati dengan pengukuran kecepatan putar motor pada tegangan masukan motor yang bervariasi. Kecepatan optimum motor ditentukan dengan mengatur tegangan masukan motor yang menghasilkan putaran kapsul magnet yang cepat tetapi beraturan (*smooth*). Pengukuran dilakukan menggunakan media air dan larutan garam dengan kadar garam yang berbeda-beda. Sedangkan karakteristik sistem pemanasnya diamati dengan pengukuran suhu pada dudukan dan pada larutan untuk suhu *setting* yang bervariasi. Suhu larutan ditentukan dengan mengoperasikan sistem pemanas pada *setting* suhu 100°C dan melakukan pengukuran suhu pada larutan.

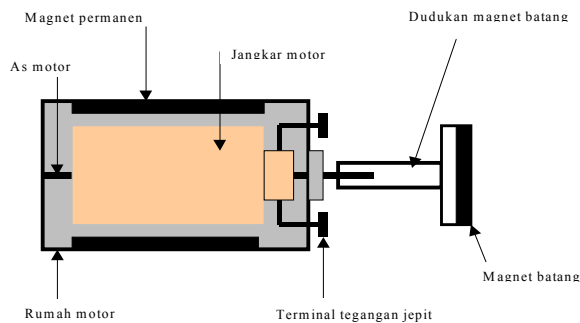
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sepasang kutub magnet permanen untuk komponen motor dc telah dibuat di P3IB. Magnet tersebut memiliki ukuran panjang 3,8 cm, lebar 2,5 cm dan tebal 0,35 cm serta kuat medan magnet rata-rata sekitar 530 Gauss. Selanjutnya magnet ini dipasang sebagai medan stator pada sebuah motor dc dan digunakan sebagai komponen penggerak pada pembuatan alat *magnetic stirrer* seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Seperti tampak pada Gambar 1, alat ini terdiri dari beberapa bagian yaitu motor dc sebagai penggerak, kotak dudukan motor, piringan dudukan gelas, sistem pemanas, gelas wadah larutan yang dilengkapi dengan kapsul magnet, pengatur kecepatan putar motor dan



Gambar 1. Alat magnetic stirrer dengan penggerak motor dc menggunakan magnet buatan P3IB



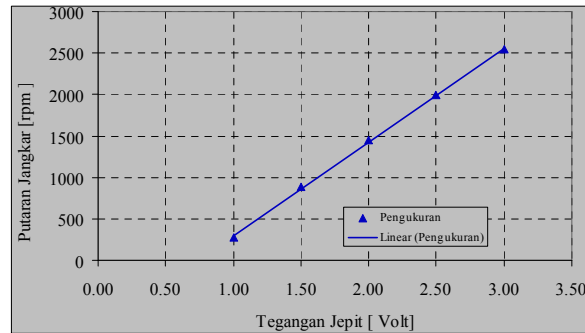
Gambar 2. Konstruksi motor dc dengan magnet buatan P3IB

pengatur suhu.

Gambar 2 menunjukkan konstruksi motor dc yang digunakan sebagai komponen penggerak alat *magnetic stirrer*.

Motor ini memiliki kumparan jangkar dari kawat tembaga berdiameter 0,3 mm dengan jumlah lilitan 80 per gulungan dan dipasang dengan posisi vertikal di dalam kotak dudukan. Pada ujung as-nya dipasang magnet batang berukuran (4 cm x 0,5 cm x 0,5 cm) yang berfungsi sebagai media penginduksi kapsul magnet yang berada di dalam gelas berisi larutan. Bila kumparan jangkar motor diberi arus listrik, maka interaksi antara medan magnet yang dibangkitkan kumparan dengan medan magnet dari magnet permanen akan menghasilkan putaran as-motor. Putaran motor ini akan memutar batangan magnet yang berada pada ujung as motor yang selanjutnya akan memutar kapsul magnet yang ada di dalam gelas berisi larutan.

Kecepatan putar motor dapat diubah dengan mengubah tegangan masukan motor. Gambar 3. menunjukkan hasil pengukuran kecepatan putaran motor yang menggunakan magnet permanen buatan P3IB untuk tegangan masukan motor yang bervariasi. Dari kurva Gambar 3 diketahui bahwa kecepatan putar



Gambar 3. Putaran jangkar motor terhadap tegangan jepit

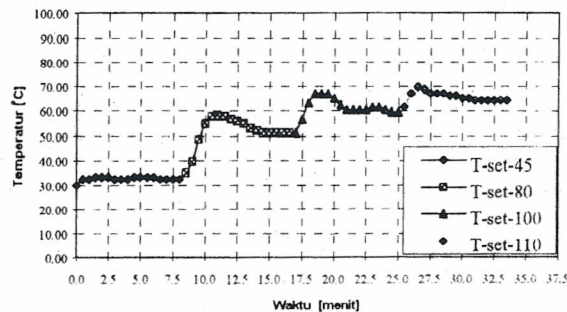
motor meningkat secara linier dengan meningkatnya tegangan jepit atau tegangan masukan motor. Hal ini sesuai dengan karakteristik motor dc berdaya kecil yang menggunakan magnet permanen.

Fungsi alat ini sebagai pengaduk larutan telah diuji menggunakan media cairan berupa air dan larutan garam. Larutan garam dibuat dengan melarutkan garam sebanyak 5 gram dan 15 gram masing-masing ke dalam air sebanyak 150 mL. Dari pengujian menggunakan 150 mL air maupun larutan garam dengan kadar garam yang bervariasi diperoleh bahwa dengan mengoperasikan alat pada tegangan 1 Volt motor telah dapat memutar kapsul magnet meskipun masih terlihat lambat. Putaran tersebut bertambah cepat dengan meningkatnya tegangan motor dan kapsul magnet ini memiliki putaran yang cepat dan beraturan (smooth) pada tegangan sekitar 1,5 Volt. Bila tegangan dinaikkan lagi, kapsul magnet tidak dapat berputar melainkan hanya bergerak acak sehingga tidak dapat mengaduk larutan dengan baik. Hal ini disebabkan adanya perbedaan kecepatan putar antara batang pengaduk dan batang magnet penginduksi yang terdapat pada ujung as motor. Perbedaan kecepatan kedua batang magnet tersebut diakibatkan oleh adanya media cair yang menghambat putaran batang pengaduk. Makin besar kekentalannya, maka semakin besar hambatannya dengan demikian putaran optimalnya juga semakin menurun. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa peralatan *magnetic stirrer* yang dibuat memiliki putaran optimum pada tegangan operasi berkisar 1,5 Volt yang menghasilkan putaran motor sekitar 1000 rpm pada media cair kekentalan rendah.

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran karakteristik sistem pemanas pada alat *magnetic stirrer*. Data pada Gambar 4 tersebut diukur setiap selang waktu setengah menit pada daerah tepat dibawah dudukan gelas. Tampak bahwa waktu respon sistem pengatur suhunya masih kurang bagus dan fluktuasi suhu pada pelat dudukan gelas masih jauh dari suhu *setting* yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan karena pengatur suhunya menggunakan system *On/Off* sehingga fluktuasi suhunya kurang dapat dikontrol dengan baik.

Dari hasil pengukuran suhu larutan diketahui bahwa untuk harga setting suhu 100°C diperoleh suhu air sekitar 55°C. Sedangkan pengukuran suhu larutan

garam pada *setting* suhu yang sama menghasilkan harga sekitar 50°C untuk larutan dengan 5 gram garam dan sekitar 46°C untuk larutan dengan 15 gram garam. Tampak bahwa untuk mencapai suhu yang sama diperlukan waktu yang berbeda-beda bergantung kadar garamnya. Perbedaan suhu pada dudukan gelas dengan suhu di dalam larutan yang tinggi tersebut kemungkinan disebabkan karena sekitar elemen pemanas dalam keadaan terbuka demikian pula wadah larutannya juga dalam keadaan terbuka sehingga proses pemanasan berlangsung lambat.



Gambar 4. Karakteristik sistem pemanas alat *magnetic stirrer*

KESIMPULAN

Magnet permanen buatan P3IB telah dapat difungsikan sebagai komponen motor penggerak alat pengaduk larutan yang dikenal dengan *magnetic stirrer*. Alat ini memiliki tegangan operasi optimum sekitar 1,5 Volt yang menghasilkan putaran motor sekitar 1000 rpm. Sistem pemanas yang dipasang pada alat ini telah dapat difungsikan untuk pemanasan larutan, namun variasi suhunya masih cukup tinggi dan waktu responnya masih lambat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada staf Bidang Bahan Maju (DR. Ridwan dan Dra. Mujamilah MSc) dan seluruh staf BKI yang telah memberikan bantuan material maupun teknis sehingga pembuatan alat *magnetic stirrer* ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

DAFTAR ACUAN

- [1]. B.D. CULLITY, *Introduction to magnetic materials*, Addison-Wesley Publishing Company, London, (1972).
- [2]. R.W. SMEATON, *Motor Application and Maintenance Handbook*, McGraw-Hill, Inc., USA, (1969).
- [3]. A. HUGHES, *Electric Motors and Drives*, Newnes, Oxford, (1997), 80-84.
- [4]. I. HARIADI, *Dasar-Dasar Teknik Listrik Arus Searah*, Erlangga, Jakarta, (1988).

- [5]. SULASNO, *Teknik Tenaga Listrik*, Satya Wacana, Semarang, (1991).

TANYA JAWAB

Erlan Rosyadi, P3TPSE-BPPT

Pertanyaan

1. Sudahkah peralatan ini dicoba untuk waktu tertentu yang cukup lama

Jawaban

1. Alat ini sudah dicoba untuk rentang waktu antara beberapa menit hingga 3 jam. Percobaan untuk waktu yang lebih lama akan dilakukan setelah pertemuan ilmiah ini.